06 행성의 대기

06-1 탈출 속도

1. 역학적 에너지 보존 법칙 마찰이나 공기의 저항이 없으면 역학적 에너지는 항상 일정하게 보존된다.

$$E_k+E_P=\frac{1}{2}mv^2+mgh=\text{일정}$$

① 운동 에너지 : 물체가 운동할 때 가지는 에너지 ➡ $E_k=\frac{1}{2}mv^2$

② 위치 에너지 : 물체가 기준면으로부터의 위치에 따라 가지는 에너지 ➡ $E_P=mgh$ 위치 에너지 공식($E_p=mgh$)은 지표 부근에서만 성립한다.

2. 탈출 속도 천체의 질량이 클수록, 반지름이 작을수록 탈출 속도가 크다.

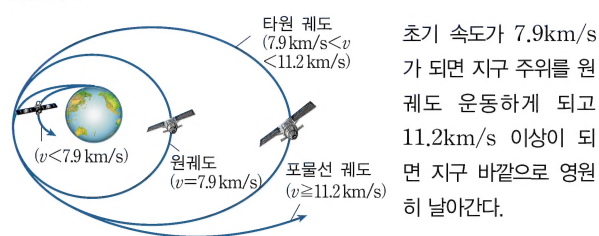
① 탈출 속도와 역학적 에너지 : 물체가 행성에서 무한히 멀어지면 운동 에너지와 위치 에너지가 0이 되므로 역학적 에너지는 0이 된다. 따라서 탈출에 필요한 속도(v)는 역학적 에너지(E)가 0이 될 때의 속도이다.

$$E=E_k+E_P=\frac{1}{2}mv^2+\left(-G\frac{mM}{R}\right)=0$$

② 탈출 속도 : 어떤 물체가 행성의 중력을 이기고 무한히 먼 곳까지 가기 위한 최소한의 초기 속도 ➡ $v=\sqrt{\frac{2GM}{R}}$

꼭! 나오는 자료

탈출 속도

초기 속도가 7.9km/s가 되면 지구 주위를 원궤도 운동하게 되고 11.2km/s 이상이 되면 지구 바깥으로 영원히 날아간다.

06-2 분자 구조와 성질

1. 평균 운동 에너지량과 분자량

① 원자량 : 질량수 12인 탄소를 기준으로 다른 원자들의 질량을 상대적으로 나타낸 것

② 분자량 : 분자를 구성하는 모든 원자의 원자량을 합한 값 이산화탄소(CO_2)의 분자량은 12+16+16이므로 44이다.

③ 기체 분자의 평균 운동 속도 : 온도(T)가 높을수록, 분자량(m)이 작을수록 운동 속도가 크다. ➡ $v\propto\sqrt{\frac{T}{m}}$

④ 기체 분자의 평균 운동 에너지 : 기체의 종류에 관계없이 절대 온도(T)에 비례한다. ➡ $E_k=\frac{1}{2}mv^2\propto T$

2. 기체 분자의 구조와 끓는점

① 기체 분자의 구조 : 행성의 대기를 구성하는 기체 분자는 분자 구조에 따라 무극성 분자와 극성 분자로 나뉜다.

무극성 분자	분자 구조가 대칭 구조로, 전기적으로 극성을 띠지 않는다. 예 수소, 산소, 질소, 메테인, 이산화탄소 등
극성 분자	분자 구조가 비대칭 구조로, 전기적으로 극성을 띤다. 예 물, 암모니아 등

물 분자는 극성이 매우 커서 다른 극성 물질을 잘 녹인다.

② 끓는점 : 분자량이 비슷할 때 극성 분자는 무극성 분자보다 분자 간의 인력이 강하므로 끓는점이 높다.

06-3 행성 대기의 차이

보충 Tip 기체 분자의 평균 속도가 행성의 탈출 속도보다 작으면 그 기체는 행성의 대기 성분으로 남는다.

지구형 행성	• 행성의 질량 / 행성의 반지름 이 작아 행성의 탈출 속도가 작다. • 태양과 가까워 온도가 높아 기체의 평균 분자 운동 에너지가 크다. • 분자량이 작은 기체는 평균 운동 속도가 빨라 행성을 탈출했다. • 질소, 산소, 이산화탄소 등의 무거운 기체가 대기를 이룬다.
목성형 행성	• 행성의 질량 / 행성의 반지름 이 커서 행성의 탈출 속도가 크다. • 태양과 멀어 온도가 낮아 기체의 평균 분자 운동 에너지가 작다. • 분자량이 작은 기체도 탈출 속도를 넘지 못해 행성을 탈출하지 못했다. • 온도가 낮아 끓는점이 높은 분자는 기체가 되지 않는다. • 수소와 헬륨 등의 가벼운 기체가 대기를 이룬다.

핵심 문제로 **개념 마무리**

◆ 바른답·알찬풀이 p.34

265 행성의 탈출 속도에 영향을 주는 요인을 〈보기〉에서 모두 고르시오.

보기

ㄱ. 행성의 질량　　ㄴ. 행성의 반지름
ㄷ. 기체의 분자량　　ㄹ. 행성의 표면 온도

266 다음 설명 중 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

(1) 같은 온도에서 기체 분자량이 작을수록 운동 속도가 빠르다. ····· (　　)

(2) 원자가 서로 공유 결합하여 분자를 이룰 때 전자들이 두 원자핵 주변에 균일하게 분포해 전기적으로 극성을 띠지 않는 분자를 무극성 분자라고 한다. ······························ (　　)

(3) 무극성 분자는 극성 분자보다 끓는점이 높다. ························ (　　)

267 다음 (　　) 안에 들어갈 알맞은 말을 쓰시오.

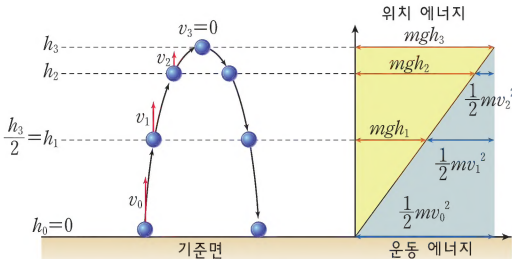
(1) 지구형 행성은 질량이 작아 탈출 속도가 (　　)고, 목성형 행성은 질량이 커서 탈출 속도가 (　　)다.

(2) 목성형 행성은 온도가 낮아 기체의 평균 분자 운동 에너지가 (　　)다.

◆ 바른답·알찬풀이 p.34

06-1 탈출 속도

268 출제율 91%

그림은 역학적 에너지에 대해 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① h_0에서 위치 에너지는 최대이다.
② h_1에서 운동 에너지는 최대이다.
③ h_2에서 역학적 에너지는 0이 된다.
④ h_3에서 위치 에너지는 최대가 된다.
⑤ h_1에서 운동 에너지는 위치 에너지보다 크다.

269 출제율 85%

다음 중 역학적 에너지에 대한 설명으로 옳은 것은?(단, 마찰이나 공기 저항은 무시한다.)

① 위치 에너지는 물체의 속력에 따라 달라진다.
② 운동 에너지는 물체의 높이에 따라 달라진다.
③ 물체가 떨어질 때 운동 에너지는 감소한다.
④ 물체가 떨어질 때 위치 에너지는 증가한다.
⑤ 물체가 떨어져도 역학적 에너지는 일정하다.

270 출제율 87%

다음 중 행성의 탈출 속도에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 지구보다 달의 탈출 속도가 더 크다.
② 총알의 속도는 지구의 탈출 속도보다 크다.
③ 태양계에서 토성의 탈출 속도가 가장 크다.
④ 지구형 행성이 목성형 행성보다 탈출 속도가 크다.
⑤ 행성의 질량에 대한 반지름의 비가 작을수록 탈출 속도가 크다.

빈출유형

271 출제율 95%

표는 태양계 행성의 물리적 특징을 나타낸 것이다.

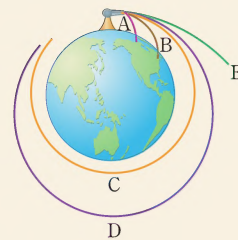
행성	태양까지의 평균 거리(지구=1)	질량 (지구=1)	적도 반지름 (지구=1)	평균 밀도 (g/cm^3)	자전 주기 (일)
수성	0.4	0.06	0.38	5.43	59.67
금성	0.7	0.82	0.95	5.24	243
지구	1	1.00	1.00	5.51	1.00
화성	1.5	0.11	0.53	3.93	1.03
목성	5.2	317.83	11.21	1.33	0.41
토성	9.5	95.16	9.45	0.69	0.44
천왕성	19.5	14.54	4.01	1.27	0.65
해왕성	30.1	17.15	3.88	1.64	0.77

태양계 행성 중 탈출 속도가 가장 큰 것은?

① 수성 ② 금성 ③ 지구
④ 목성 ⑤ 토성

271 유사유형

272 출제율 94% 통합형

그림은 뉴턴이 생각한 물체의 운동을 나타낸 것이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① A를 머리 위로 던졌다면 지구 바깥으로 탈출했을 것이다.
② B 물체의 질량을 증가시키면 지구를 탈출할 수도 있다.
③ C는 공기와의 마찰이 있어도 계속 원운동한다.
④ D는 공기의 저항이 있어도 계속 포물선 궤도 운동을 한다.
⑤ E는 질량을 감소시켜도 지구 바깥으로 탈출한다.

273 출제율 85%

표는 태양계 천체의 탈출 속도를 나타낸 것이다.

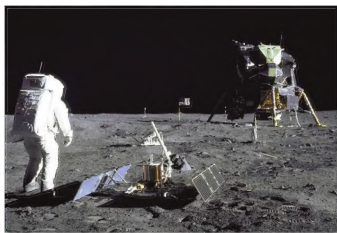
천체	태양	수성	금성	지구	화성
탈출 속도(km/s)	617.7	4.3	10.4	11.2	5.0
천체	목성	토성	천왕성	해왕성	달
탈출 속도(km/s)	59.5	35.5	21.3	23.7	2.4

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 목성은 지구보다 약 60배 부피가 크다.
② 목성의 탈출 속도는 11.2km/s이다.
③ 지구에서 토성까지 가는 데는 35.5년이 걸린다.
④ 지구에서 5km/s로 출발하면 화성에 도착한다.
⑤ 지구를 벗어나는 것보다 수성을 벗어나는 것이 쉽다.

274 출제율 85% 신유형

그림 (가)는 지구에서 발사되는 아폴로 11호를, 그림 (나)는 달에 착륙한 달 착륙선의 모습을 나타낸 것이다.

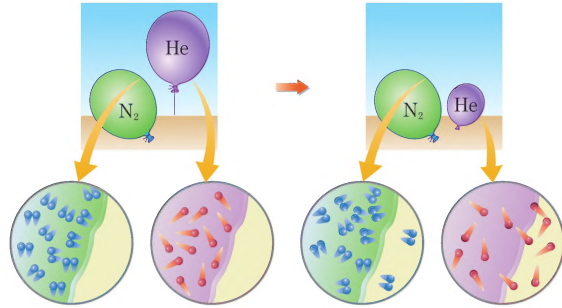
(가)

(나)

달 착륙선은 아폴로 11호에 비해 크기가 작지만 지구로 다시 돌아올 수 있는 이유로 옳은 것은?

① 우주선 로켓의 화력이 좋기 때문
② 우주인의 탑승 인원수가 적기 때문
③ 우주선을 매우 가볍게 만들었기 때문
④ 지구보다 달의 탈출 속도가 작기 때문
⑤ 달에는 지구와 달리 대기가 없기 때문

06-2 분자 구조와 성질

275 출제율 85%

그림과 같이 같은 온도에서 각각 같은 부피의 질소와 헬륨 기체를 넣어 고무풍선의 크기를 같게 만들었다. 시간이 지난 후 두 고무풍선의 크기를 비교해 보면 헬륨 기체가 들어 있는 풍선이 질소 기체가 들어 있는 풍선보다 크기가 더 작아졌다.

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 질소는 원자이고 헬륨은 분자이다.
② 헬륨은 고무를 녹여 구멍을 크게 만든다.
③ 질소 기체의 분자량보다 헬륨의 분자량이 크다.
④ 질소 기체 쪽의 풍선에 구멍이 더 크게 나 있었다.
⑤ 헬륨 기체의 운동 속도가 질소 기체의 운동 속도보다 빠르다.

276 출제율 92%

표는 몇 가지 원자의 원자량을 나타낸 것이다.

원자	H	C	N	O	Ne
원자량	1.0	12.0	14.0	16.0	20.0

같은 온도에서 운동 속도가 가장 빠른 분자는?

① 네온(Ne)
② 질소(N_2)
③ 메테인(CH_4)
④ 수증기(H_2O)
⑤ 암모니아(NH_3)

◆ 바른답·알찬풀이 p.34

277 출제율 93%

기체 분자와 관련된 화학적 특성으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 질량이 큰 기체 분자일수록 평균 속도가 빠르다.
ㄴ. 분자량이란 분자를 구성하는 원자들의 질량을 합한 값이다.
ㄷ. 평균 운동 에너지는 기체의 종류에 관계없이 온도에 비례한다.
ㄹ. 끓는점은 액체의 외부 압력과 액체의 증발에 의한 증기압이 같아지는 온도이다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄷ ③ ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

278 출제율 90%

표는 몇 가지 물질의 분자량과 끓는점을 나타낸 것이다.

극성 분자			무극성 분자		
화학식	분자량	끓는점(℃)	화학식	분자량	끓는점(℃)
CO	28	−192	N_2	28	−196
ICl	162	97	Br_2	160	59

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 분자량이 작을수록 끓는점이 높다.
② 액체 질소는 상온에서 끓지 않는다.
③ ICl과 Br_2는 주로 대기 중에 분포한다.
④ 분자의 끓는점은 분자량 및 극성 유무와 관련이 있다.
⑤ 분자량이 비슷할 때 무극성 분자가 극성 분자보다 끓는점이 더 높다.

279 출제율 90%

표는 행성의 대기를 이루는 기체 분자의 끓는점을 나타낸 것이다.

분자	수소	헬륨	메테인	암모니아	질소
끓는점(℃)	−252.6	−269	−161	−33.4	−196

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 끓는점이 가장 높은 것은 헬륨이다.
② 분자 간의 인력은 수소가 가장 세다.
③ 녹는점은 메테인이 가장 높을 것이다.
④ 수소와 헬륨은 지구 표면에서 액체로 존재하지 않는다.
⑤ −50℃인 행성에서는 암모니아가 기체 상태로 존재한다.

280 출제율 93%

다음 중 분자 구조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 극성 분자는 비대칭 구조를 갖는다.
② 극성 분자는 전기적으로 극성을 띠는 분자이다.
③ 무극성 분자는 전기적으로 극성을 띠지 않는 분자이다.
④ 분자의 화학식이 같아도 구조에 따라 극성 유무가 달라진다.
⑤ 분자량이 비슷할 때 극성 분자가 무극성 분자보다 끓는점이 낮다.

281 출제율 90%

표는 지구와 목성의 대기 성분을 나타낸 것이다.

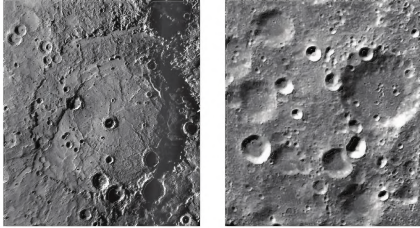
지구	질소(N_2), 산소(O_2) 등
목성	수소(H_2), 헬륨(He) 등

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 지구 대기 성분의 원자량은 목성 대기보다 작다.
② 지구 대기 성분의 분자량은 목성 대기보다 작다.
③ 목성의 대기는 주로 극성 분자로 이루어져 있다.
④ 기체가 행성을 탈출하는 속도는 목성이 더 크다.
⑤ 온도가 같다면 지구 대기의 운동 속도가 더 빠르다.

06-3 행성 대기의 차이

282 출제율 92%

그림은 수성과 달의 모습을 나타낸 것이다.

수성

달

수성과 달의 표면에 운석 충돌에 의한 구덩이가 많은 이유로 옳은 것은?

① 행성이 빠르게 자전하기 때문
② 다른 행성보다 질량이 크기 때문
③ 단단한 암석으로 이루어져 있기 때문
④ 행성의 공전 궤도가 태양에서 멀기 때문
⑤ 행성의 탈출 속도가 작아 물과 대기가 없기 때문

283 출제율 90% 서술형

수성과 달은 지구와 달리 대기가 없다. 그 이유를 탈출 속도와 관련지어 서술하시오. [5점]

284 출제율 92%

목성형 행성의 대기에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기
ㄱ. 대기가 거의 없거나 적다.
ㄴ. 분자량이 큰 기체로 이루어져 있다.
ㄷ. 주로 수소나 헬륨으로 이루어져 있다.
ㄹ. 끓는점이 높은 분자는 기체가 되지 않는다.

① ㄱ, ㄴ ② ㄴ, ㄹ ③ ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

285 출제율 92%

표는 태양계에 있는 두 행성의 특징을 나타낸 것이다.

A	• 질량이 비교적 작다. • 물과 대기가 풍부하다.
B	• 주로 기체로 이루어져 있다. • 태양계 행성 중 부피가 가장 크다.

이에 대한 설명으로 옳은 것은?

① A는 금성이다.
② A는 목성형 행성에 해당한다.
③ A의 대기는 주로 분자량이 작은 기체로 구성된다.
④ B는 질량이 커서 행성의 탈출 속도가 크다.
⑤ B는 질소, 산소 등의 기체가 주성분이다.

286 출제율 90%

표는 행성의 대기를 이루는 기체를 나타낸 것이다.

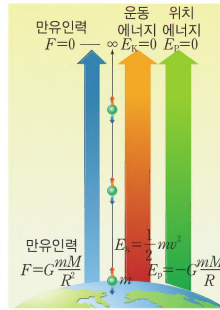
행성	금성	지구	목성	토성
대기 주성분	이산화탄소	질소, 산소	수소, 헬륨	수소, 헬륨

행성의 대기를 이루는 기체에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 목성은 분자량이 큰 기체로 이루어져 있다.
② 금성은 분자량이 작은 기체로 이루어져 있다.
③ 기체의 탈출 속도는 금성보다 목성이 더 크다.
④ 기체의 탈출 속도는 토성보다 지구가 더 크다.
⑤ 천왕성과 해왕성의 대기는 주로 이산화탄소로 이루어져 있을 것이다.

◆ 바른답·알찬풀이 p.35

287 정답률 30%

오른쪽 그림은 지구의 만유인력과 역학적 에너지를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은?

보기

ㄱ. 지구에서 멀어질수록 위치 에너지는 증가한다.
ㄴ. 지구에서 멀어질수록 역학적 에너지는 증가한다.
ㄷ. 역학적 에너지를 이용하여 탈출 속도를 구할 수 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

288 정답률 25%

표는 여러 행성의 물리적 조건의 상대값을 나타낸 것이다.

구분	A	B	C	D	E
반지름	1	2	1	2	1
행성의 질량	1	1	2	1	2
표면 온도	1	1	2	2	1

대기의 주성분을 이루는 기체의 분자량이 가장 큰 행성으로 옳은 것은?

① A ② B ③ C
④ D ⑤ E

289 정답률 35%

다음 중 태양계 행성들의 대기를 이루는 주요 기체들의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 수소 분자는 동일한 원자가 공유 결합한다.
② 헬륨은 안정된 구조이며 단원자 상태로 존재한다.
③ 메테인은 수소 원자 2개가 질소 원자와 공유 결합한다.
④ 암모니아는 수소 원자 3개가 질소 원자와 공유 결합한다.
⑤ 이산화탄소는 산소 원자 2개가 탄소 원자와 공유 결합한다.

서술형 문제

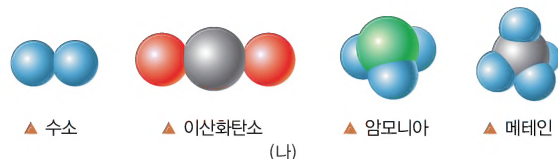
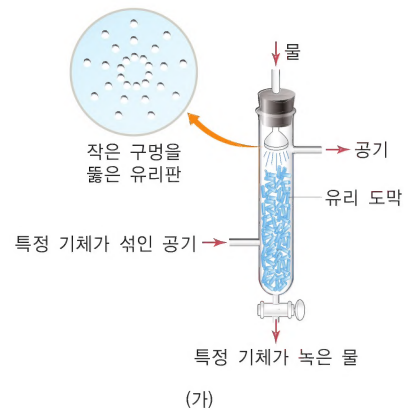
290 정답률 30%

다음 글은 행성의 대기 성분이 다른 이유를 나타낸 것이다.

A : 지구의 대기는 질소, 산소 등으로 이루어져 있지만 금성은 이산화탄소, 목성은 수소와 헬륨 등으로 이루어져 있어. 왜 그럴까?
B : 그건 중력 때문이지. 기체도 질량을 가지므로 행성의 중력에서 자유로울 수 없어.
A : 그럼 중력에 영향을 주는 요소들이 결국 대기의 성분을 결정한다는 뜻이군.
B : 그렇지. 그리고 기체 자체의 특징이나 기체의 운동에 영향을 주는 요소들도 대기 성분에 영향을 주게 되지.

행성의 대기 성분에 영향을 줄 수 있는 요소들을 서술하시오. [10점]

291 정답률 25%

그림 (가)는 기체를 거르는 장치를, 그림 (나)는 여러 기체 분자의 구조를 나타낸 것이다.

(가)와 같은 장치로 거를 수 있는 기체를 (나)에서 골라 쓰고, 그 이유를 서술하시오. [10점]